



Servicio Clima Espacial

Reporte Semanal

<http://www.sciesmex.unam.mx>



ISES
International Space
Environment Service

AEM
AGENCIA ESPACIAL MEXICANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Reporte semanal: 21 al 27 de abril de 2023

CONDICIONES DEL SOL

Regiones activas: 9 distribuidas en el disco solar, 6 cercanas al centro del disco.

Hoyos coronales: 3 (dispersos)

Eyecciones de masa coronal: Una halo parcial rápida dirigida a la Tierra. Múltiples no dirigidas a la Tierra.

Fulguraciones: Dos fulguraciones de clase M.

El Sol muestra actividad moderada con tendencia a incrementarse. Se emitió un reporte especial relacionado con la EMC que afectó el ambiente terrestre entre el 23 y 24 de abril disponible en:

<https://www.sciesmex.unam.mx/blog/reporte-especial-de-clima-espacial-del-22-de-abril-de-2023/>

CONDICIONES DEL MEDIO INTERPLANETARIO

Se registró el tránsito una onda de choque y un flanco de eyección de masa coronal, así como el tránsito de una corriente rápida. Ambos fenómenos provocaron actividad geomagnética intensa y débil, respectivamente.

La Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx) detectó 9 estallidos de radio Tipo III, dos Tipo II, uno Tipo V y una cadena de estallidos Tipo I.

CONDICIONES DE MAGNETÓSFERA

Índice Kp: Se registró tormenta geomagnética clase G4 ($K_p \leq 8$).

Índice Dst: Se registró actividad geomagnética moderada ($Dst \geq -190$ nT).

CONDICIONES DE LA IONOSFERA

Se presentaron valores aumentados en TEC durante la semana.

CONDICIONES DE RAYOS CÓSMICOS

Se registraron incrementos provocados por el choque y un decaimiento Forbush durante la semana.

Reporte semanal: Pronóstico 28 abril a 4 de mayo de 2023

LANCÉ

Servicio Clima Espacial

PRONÓSTICOS PARA LA PRÓXIMA SEMANA

Viento solar:

- Se espera viento solar lento estándar en el ambiente espacial terrestre.

Fulguraciones solares:

- Es probable la ocurrencia de fulguraciones clase M o superior.

Tormentas ionosféricas:

- Podrían presentarse afectaciones ionosféricas no significativas en los próximos días.

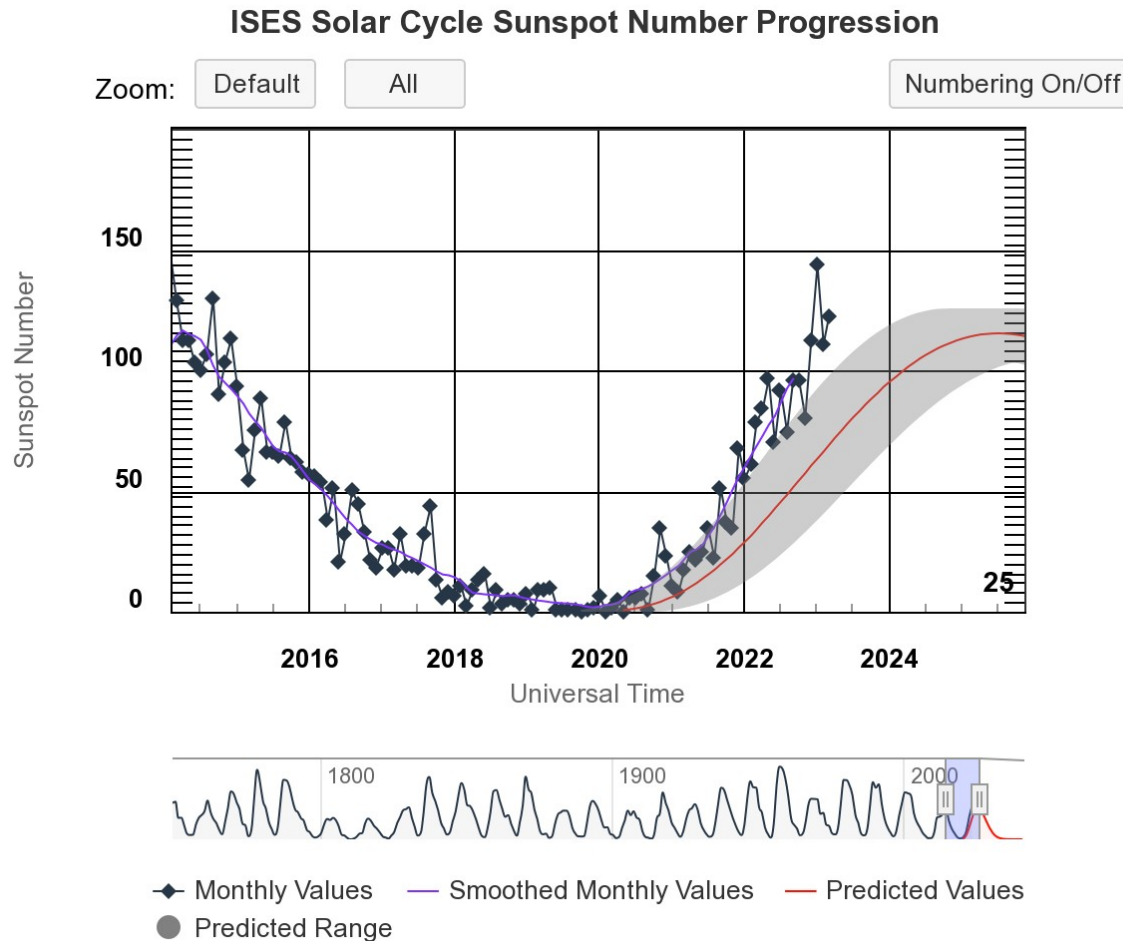
Tormentas geomagnéticas:

- Es posible la ocurrencia de perturbaciones geomagnéticas durante la próxima semana.

Tormentas de radiación solar:

- No se esperan tormentas de radiación significativas.

Ciclo de manchas solares y la actividad solar



Space Weather Prediction Center

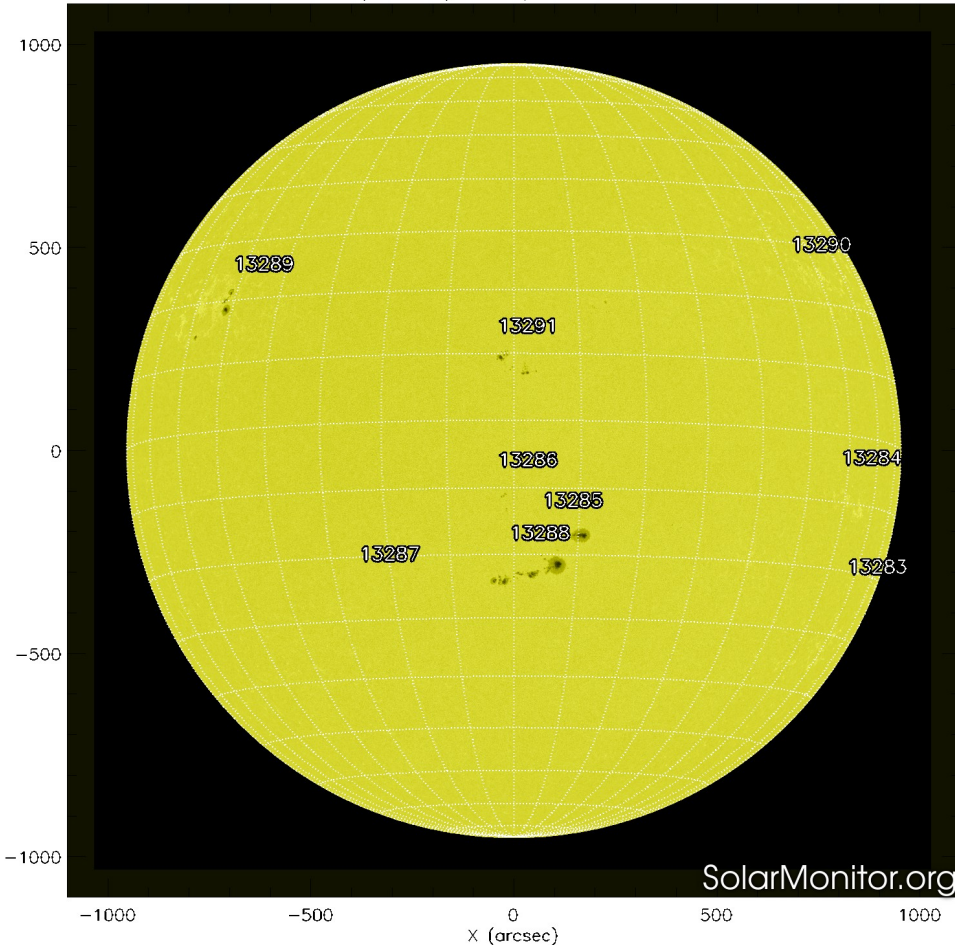
La figura muestra el conteo del número de manchas solares desde 2014.

Entre más manchas solares presente el Sol, es mayor la posibilidad de que ocurra una tormenta solar.

Estamos en la fase ascendente del ciclo solar número 25.

<http://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>

SDO HMI (6173 Å) 27-Apr-2023 22:34:41.200

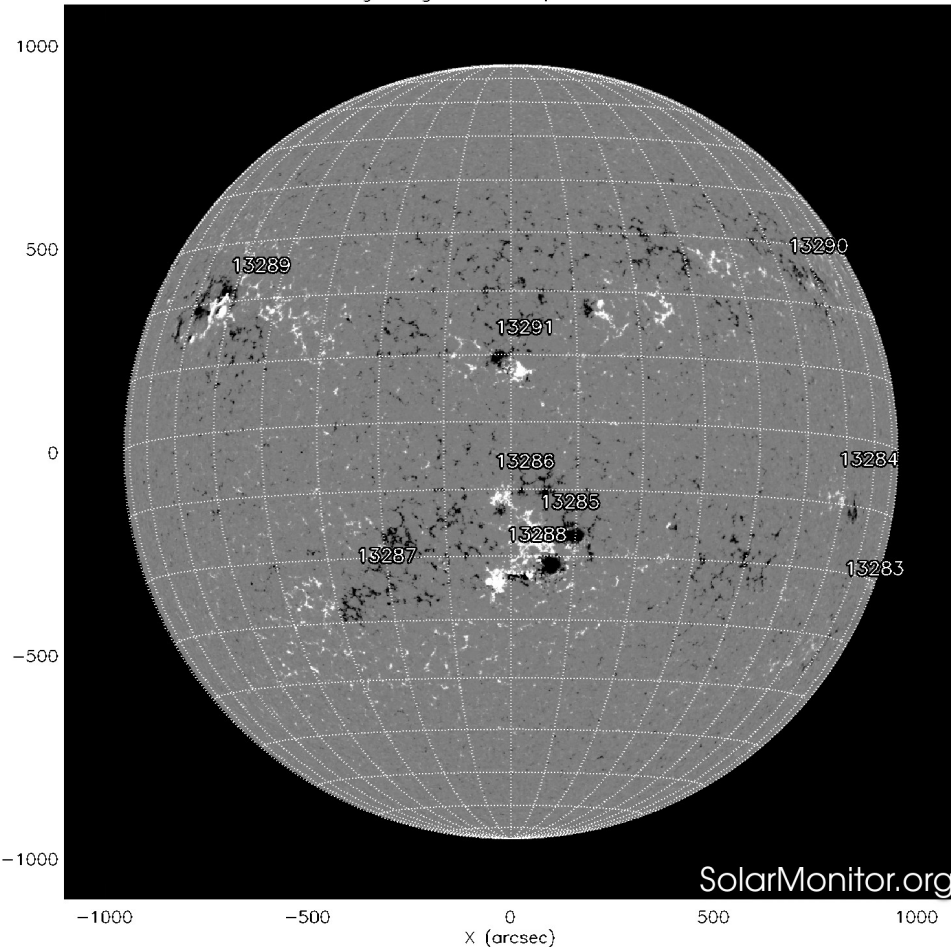


La fotosfera es la zona “superficial” del Sol, donde aparecen las manchas solares. Regiones oscuras formadas por material más frío que sus alrededores y que contienen intensos campos magnéticos. Las manchas solares están relacionadas con la actividad solar.

La imagen reciente de la fotosfera presenta 9 grupos de manchas solares distribuidos por el disco solar. Cinco de ellos están cercanos al centro del disco solar.

<http://solarmonitor.org>

SDO HMI Magnetogram 27-Apr-2023 21:58:41.200



SolarMonitor.org

Un magnetograma solar permite identificar las regiones de intensos campos magnéticos solares. En general, estos campos magnéticos están asociados a manchas solares.

Las regiones de color blanco (negro) son zonas por donde salen (entran) líneas de campo magnético, correspondientes a polaridad positiva (negativa).

El Sol hoy:

El magnetograma muestra múltiples regiones magnéticas dispersas en el disco solar asociadas a los grupos de manchas solares.

<http://solarmonitor.org>

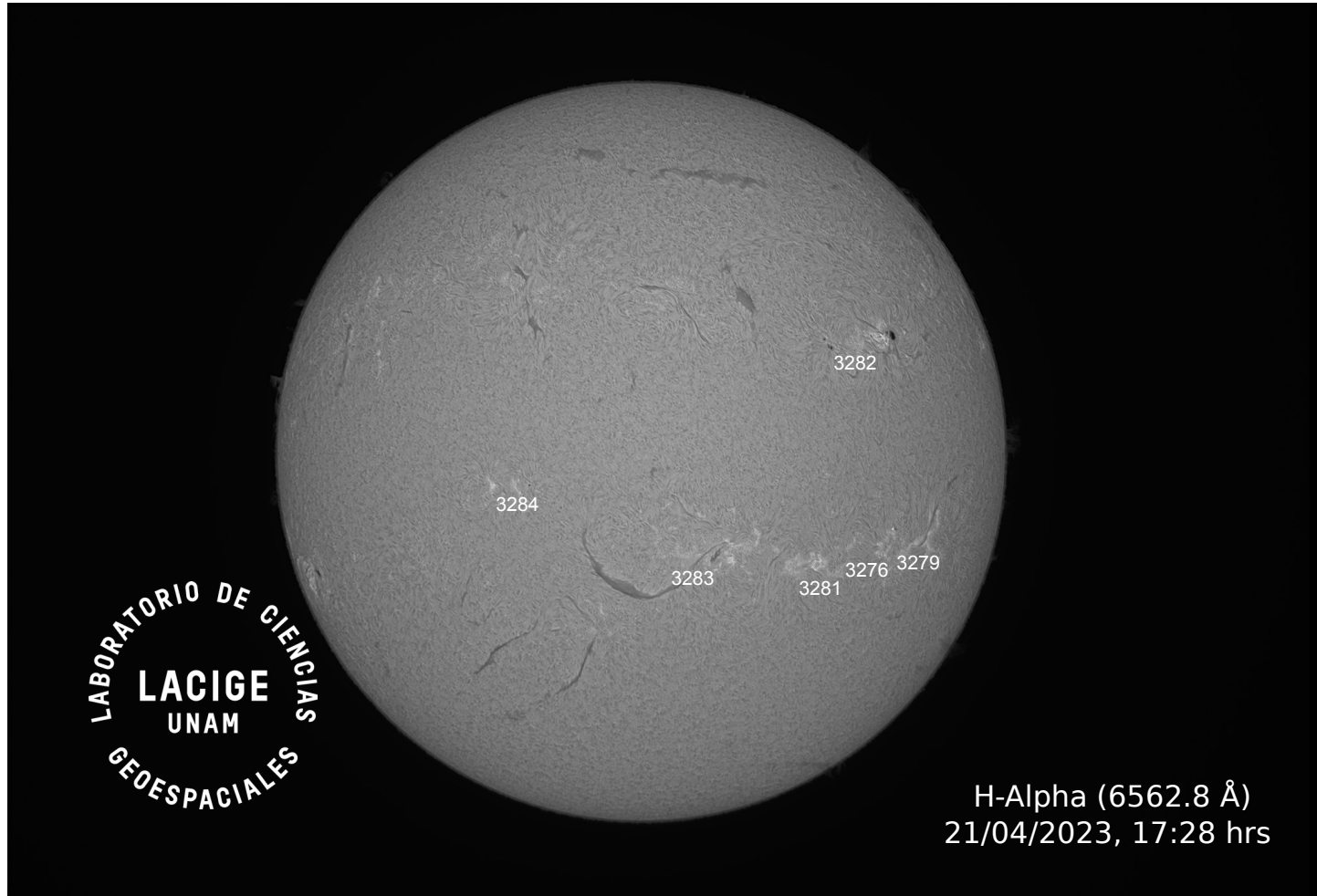


Imagen de la cromosfera solar en H-Alpha ($6562.8 \text{ \AA}$) para el día 21/04/2023, 17:28 hrs TU.

La imagen muestra las regiones activas 3276, 3279, 3282, 3283, 3284 observadas para esta fecha.

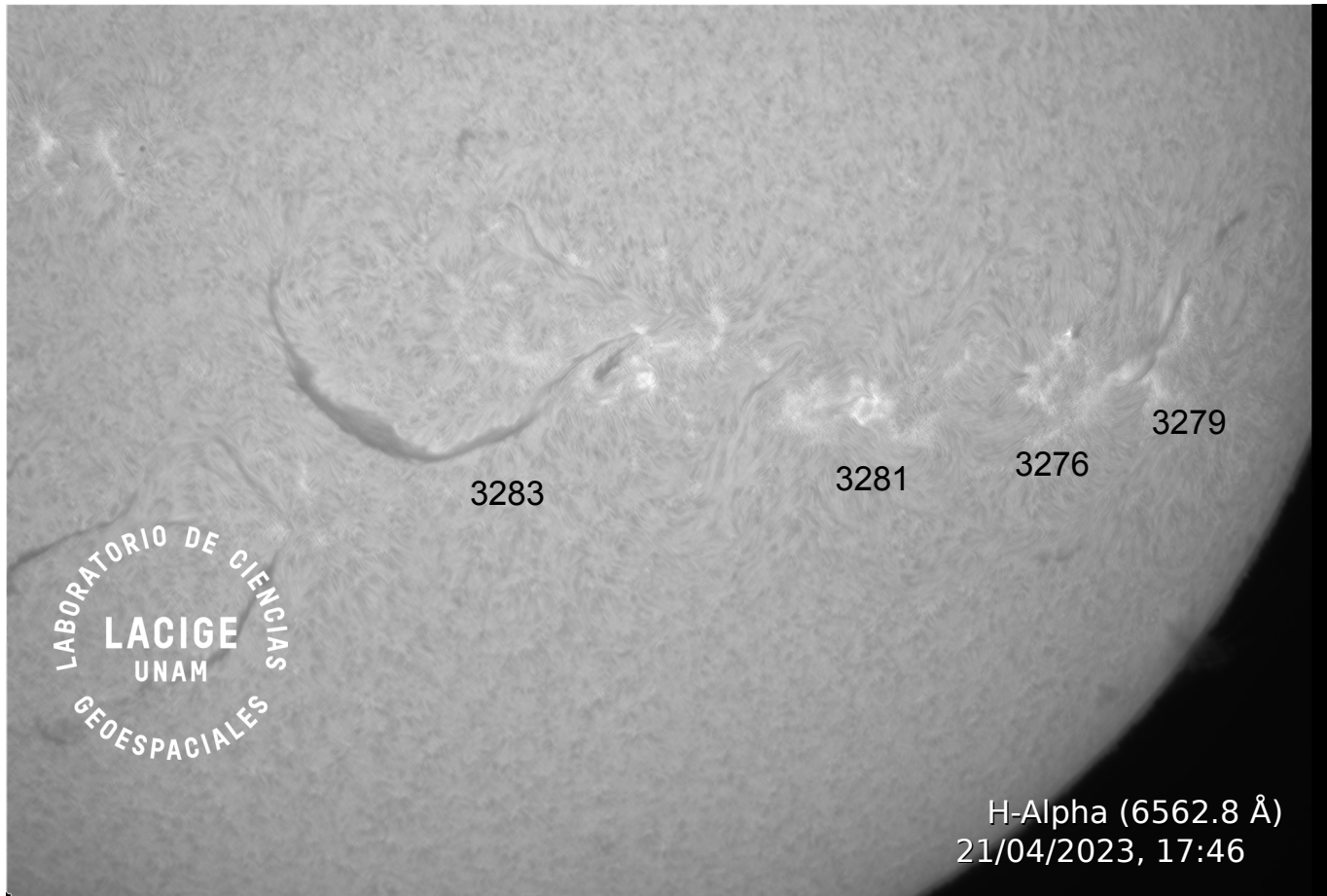


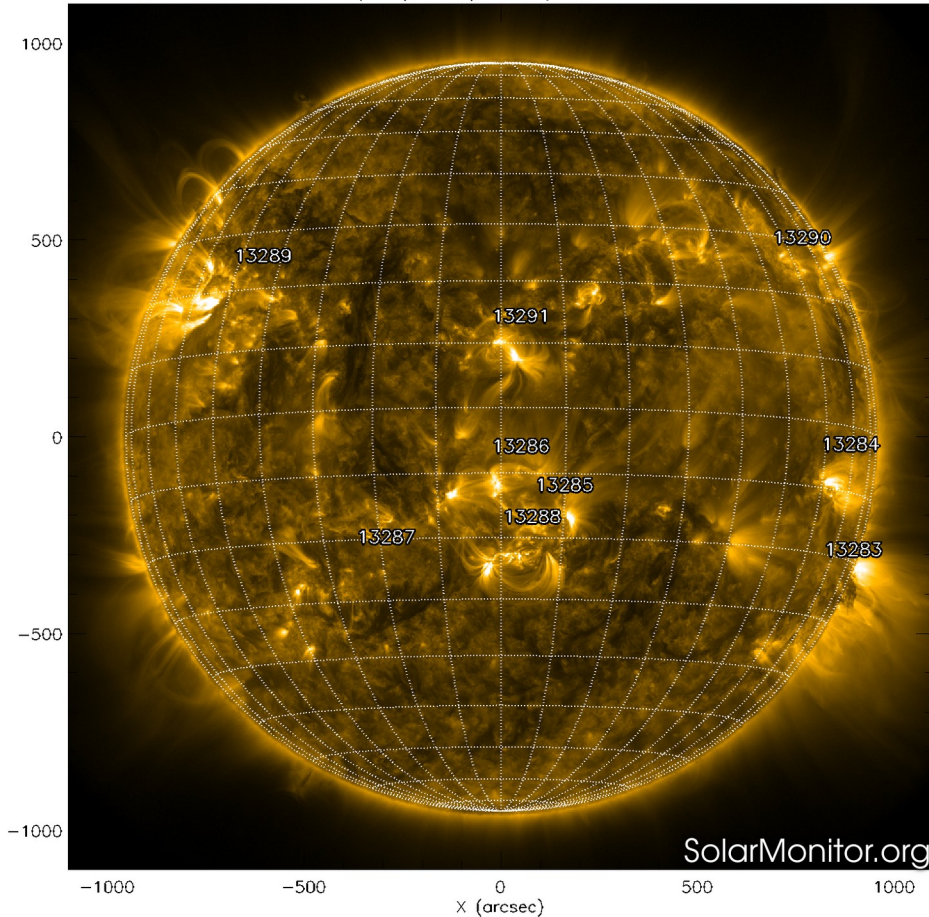
Imagen de la cromosfera solar en H-Alpha ($6562.8 \text{ \AA}$) para el día 21/04/2023, 17:46 hrs TU.

La imagen muestra un acercamiento a las regiones activas 3276, 3279, 3281, 3283 observadas para esta fecha cerca del lado sureste del disco solar.

La región activa 3283 fue origen de la una Eyección de Masa Coronal que perturbó el clima espacial terrestre entre el 23 y 24 de abril.

Atmósfera solar y regiones activas

SDO AIA Fe IX/X (171 Å) 27-Apr-2023 23:25:09.350



El Sol en rayos X suaves (171 Å). La emisión de Fe IX y X revela la estructura magnética en la región de la atmósfera solar llamada corona solar que se encuentra a 630,000 K.

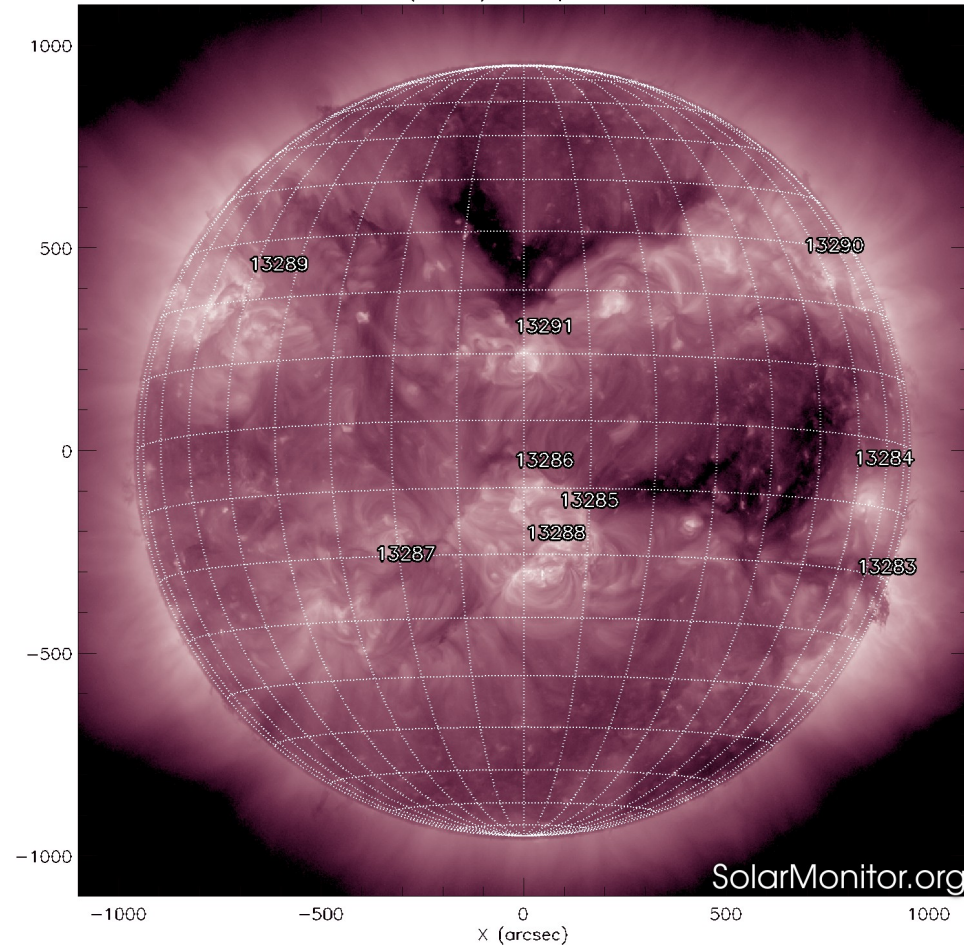
Las regiones activas (zonas claras) son los lugares donde se presentan los fenómenos de actividad solar más importantes. Las regiones activas están regularmente asociadas a las manchas solares.

El Sol hoy:

Se observan las regiones activas asociadas a las manchas solares.

<http://solarmonitor.org>

SDO AIA Fe XII (211 Å) 27-Apr-2023 23:24:45.626



El Sol en rayos X suaves. La imagen revela la estructura magnética en la alta corona que se encuentra entre 1,000,000 K y 10,000,000 K.

Los hoyos coronales (regiones oscuras) son regiones de campo magnético solar localmente abierto. Los hoyos coronales son fuente de las corrientes de viento solar rápido.

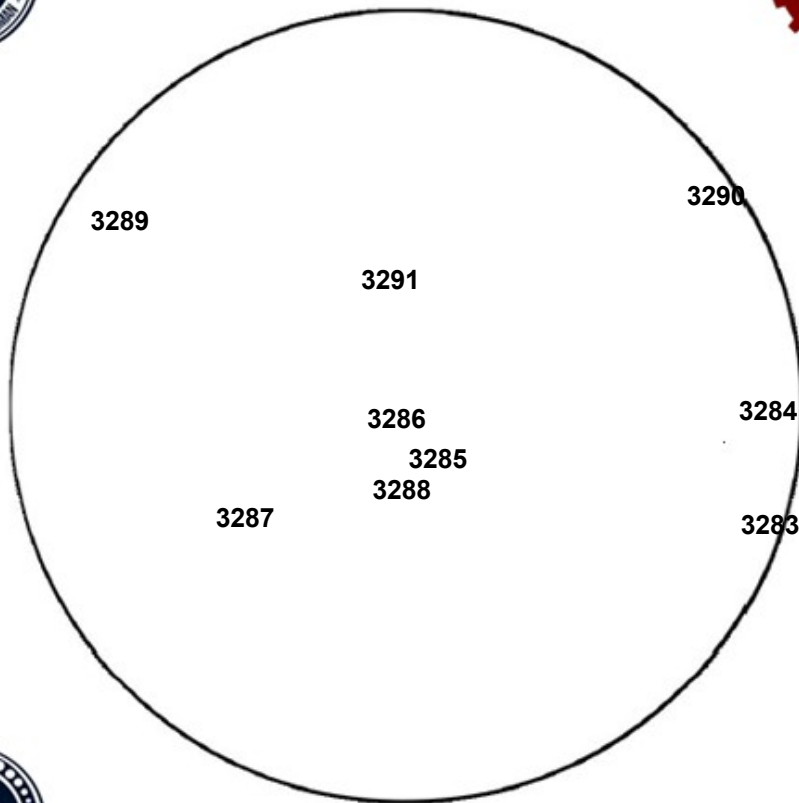
El Sol:

Se observan tres hoyos coronales. Uno de ellos transitó por el centro del disco solar durante la semana..

<http://solarmonitor.org>



Centro de Pronóstico del
Clima Espacial
ESIA Ticomán



El número de Wolf es un valor que permite evaluar numéricamente la actividad solar mediante el conteo de manchas solares ubicadas sobre la superficie del Sol. Este se calcula a partir de la fórmula desarrollada por Rudolf Wolf en 1849:

$$W=k(10 * G+F)$$

Donde:

K= Es un factor de corrección que depende de cada observatorio.

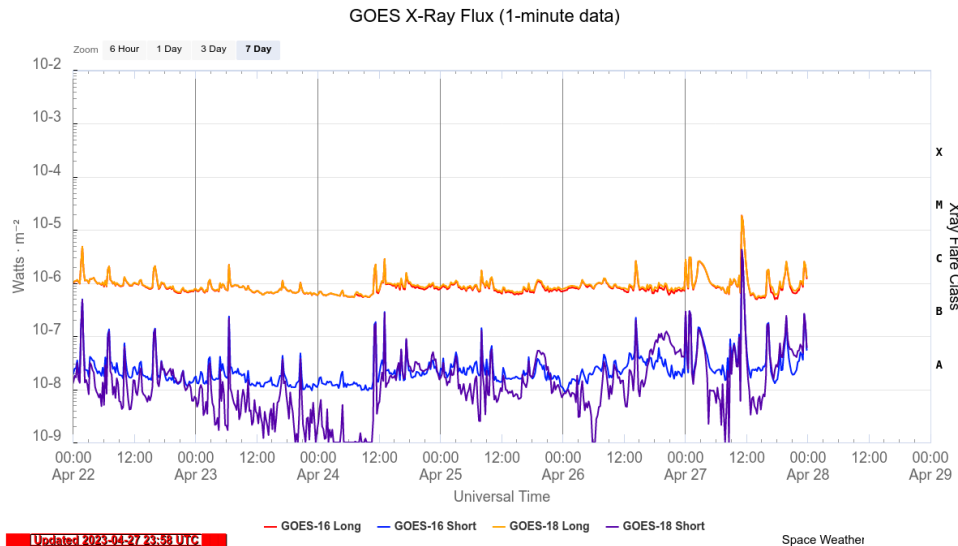
F= Cantidad total de manchas solares visibles sobre el disco solar.

G= Cantidad de grupos manchas solares visibles sobre el disco solar.

Número de Wolf máximo esta semana: **153**

Durante esta semana se pudieron observar seis regiones activas en la superficie del Sol. Estas fueron la 3175, 3176, 3177, 3179, 3180 y 3181 con coordenadas S20W91, N19W67, S19W33, N14W91, N19W07 y S19E20 respectivamente.

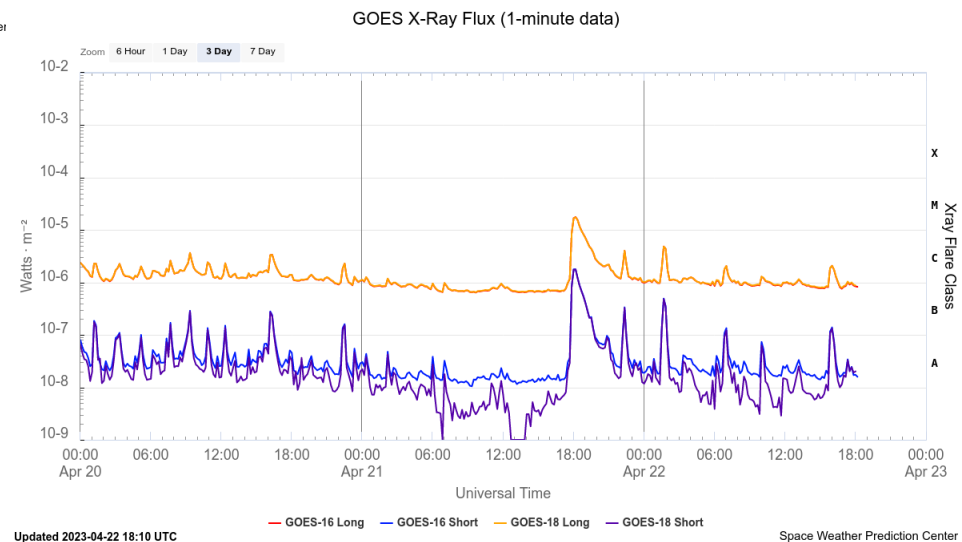
Actividad solar: Fulguraciones solares



Flujo de rayos X solares detectado por los satélites GOES.

Se registraron múltiples fulguraciones solares clase C durante la semana.

El viernes 21, se registró una fulguración clase M.



Imágenes: <http://services.swpc.noaa.gov/>

Actividad solar: Eyecciones de Masa Coronal

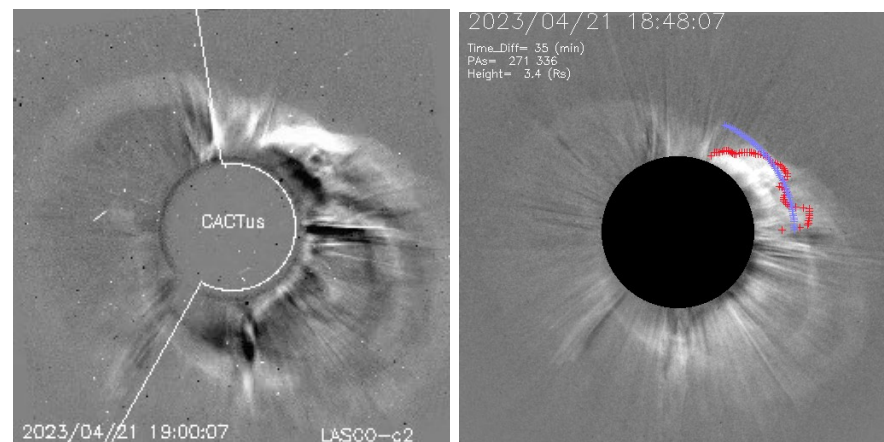
LANCÉ

Servicio Clima Espacial

Se registraron 42 EMCs.
3 tipo halo (ancho > 90°)

La Eyección de Masa Coronal más relevante se detectó el viernes 21. La velocidad inicial fue de aproximadamente 850 km/s.

La Eyección de Masa Coronal afectó el ambiente espacial terrestre entre el domingo 23 y el lunes 24 de abril.



- Eyecciones observadas por SOHO/LASCO con cálculos del sitio CACTUS y SEEDS.

Crédito imágenes y valores estimados:
SOHO, the SOLAR & Heliospheric Observatory
<https://wwwbis.sidc.be/cactus/> y <http://spaceweather.gmu.edu/seeds/>

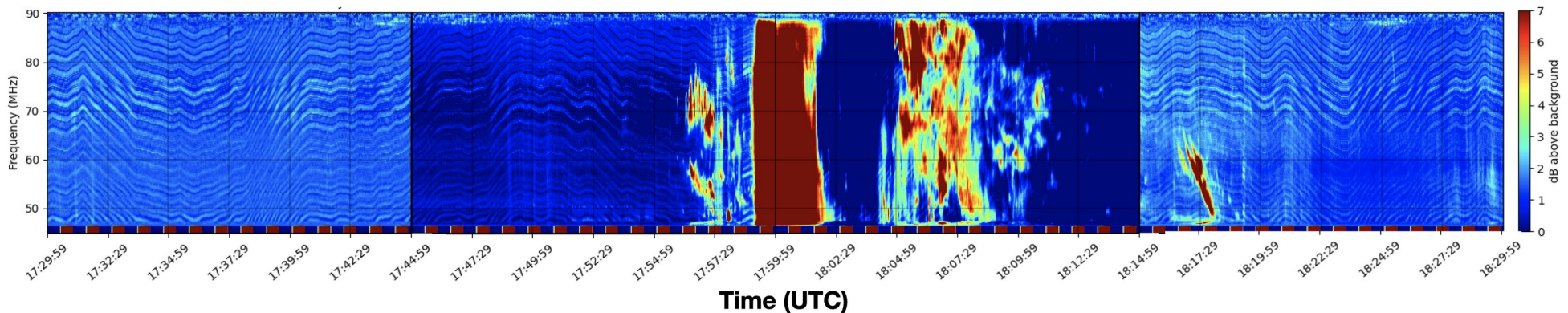
Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx)

LANCÉ

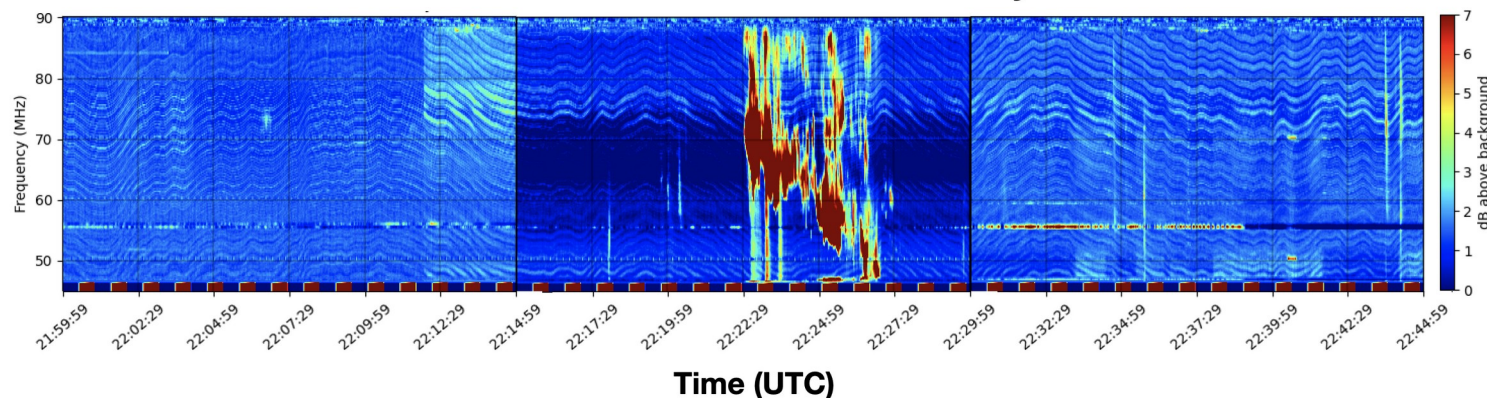
Servicio Clima Espacial

En esta semana la Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx) detectó 9 estallidos de radio Tipo III, dos Tipo II, uno Tipo V y una cadena de estallidos Tipo I derivando.

CALLISTO MEXICO-LANCE-B Radio Flux Density 2023-04-21



CALLISTO MEXICO-LANCE-B Radio Flux Density 2023-04-21



Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra

Modelo numérico WSA-ENLIL.

Al día de hoy 27 de abril de 2023, el modelo pronostica el arribo de corrientes de viento solar lento con que velocidades que varían entre aproximadamente 300 km/s y 500 km/s. No pronostica el arribo a la Tierra de ninguna EMC para los próximos días.

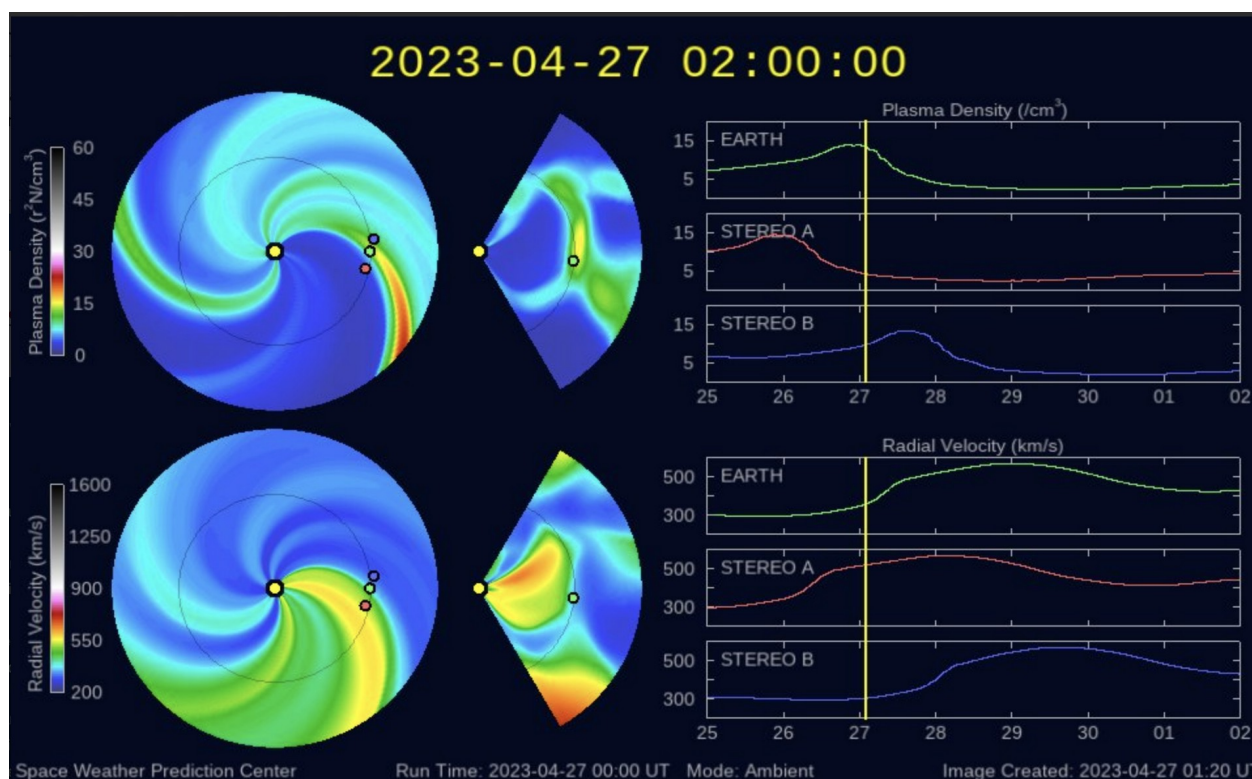


Imagen: <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

Medio interplanetario: Región de interacción de viento solar

Esta semana se registró una eyección de masa coronal (EMC) (ver área sombreada en amarillo en imagen 2). La EMC se generó después de la erupción de un filamento en la región activa 13283 (ver imagen 1). Dicha estructura generó actividad geomagnética: $K_p=8$ y $Dst=-187$ nT.

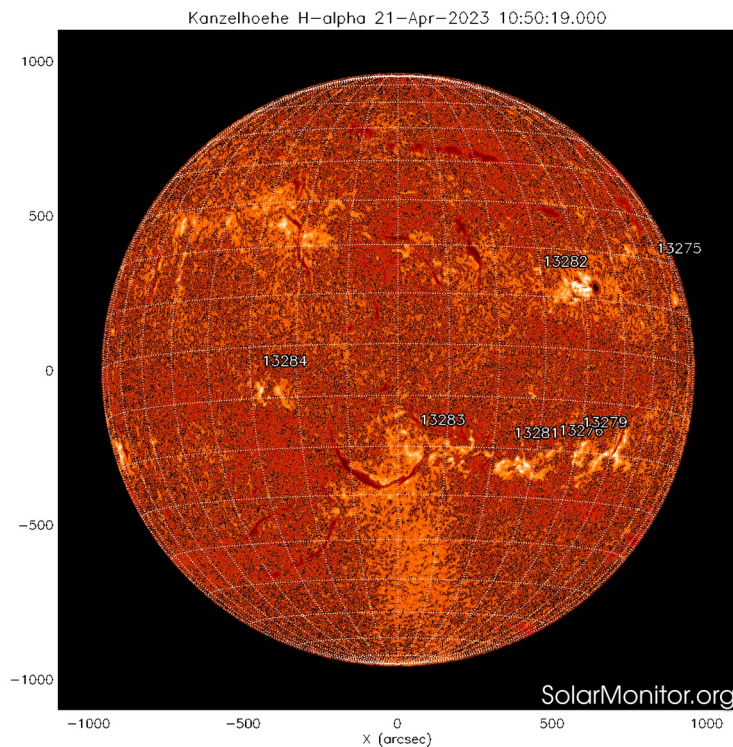


Imagen 1: <https://sdo.gsfc.nasa.gov/>

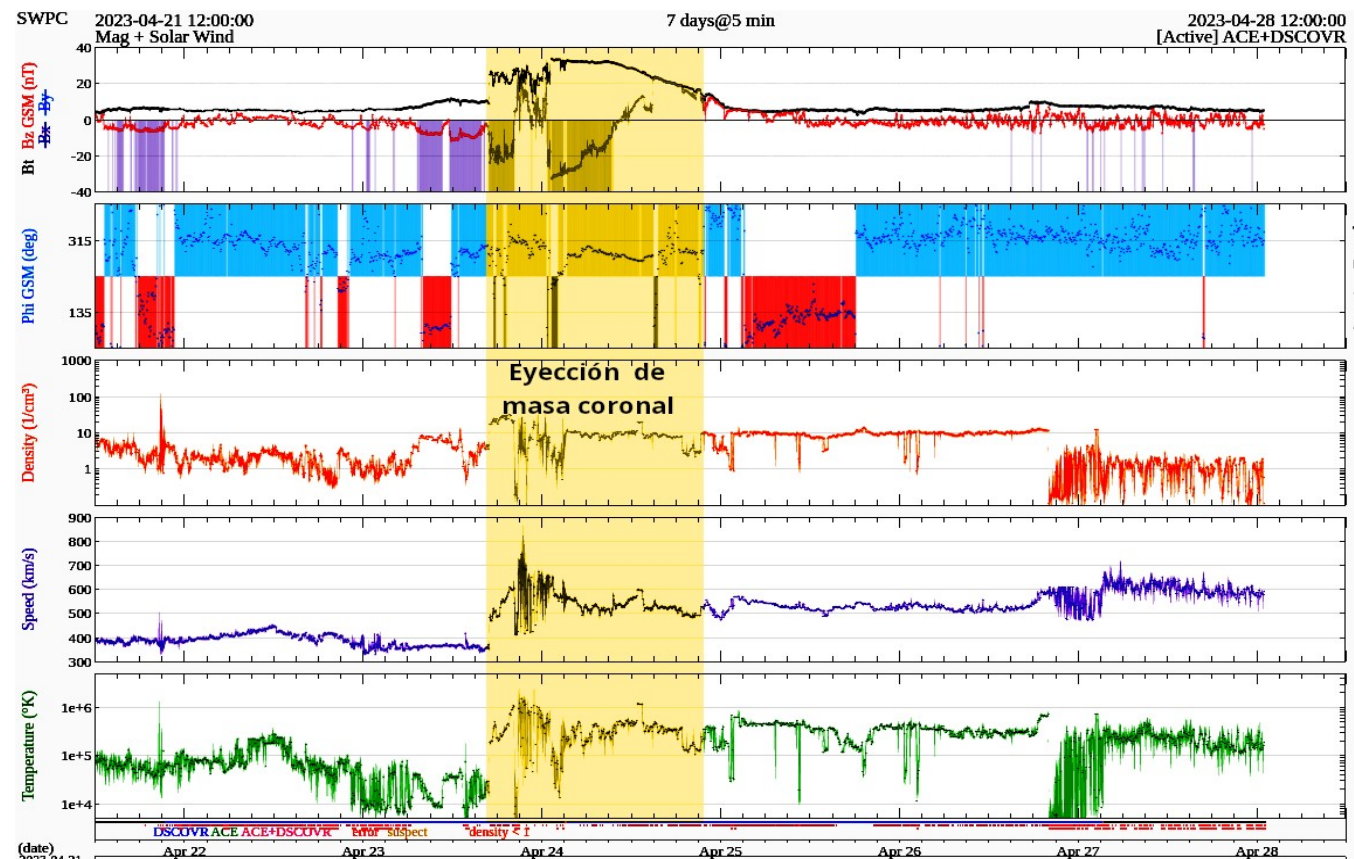


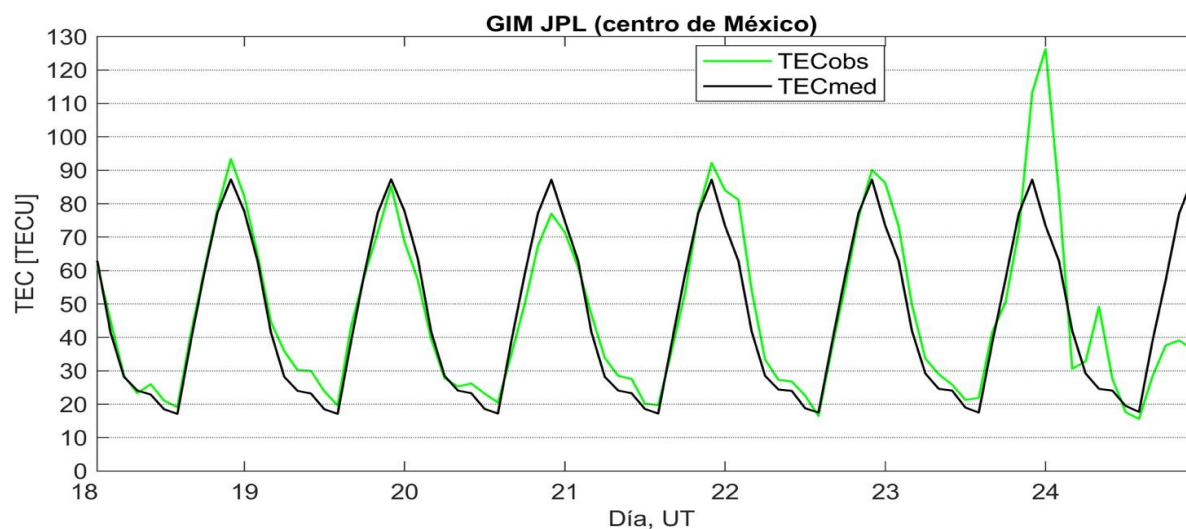
Imagen 2: <http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>

Ionósfera sobre México: TEC en el centro del país

El contenido total de electrones (TEC) es un parámetro que sirve para caracterizar el estado de la ionosfera de la Tierra.

Series temporales de los valores de TEC (TECobs) con referencia a su valor mediano (TECmed) obtenidas de:

Mapas ionosféricos globales (GIM JPL)



El 23 de abril se observaron valores aumentados de TEC (tormenta moderada)

Perturbaciones geomagnéticas: Índices geomagnéticos Kp y Kmex

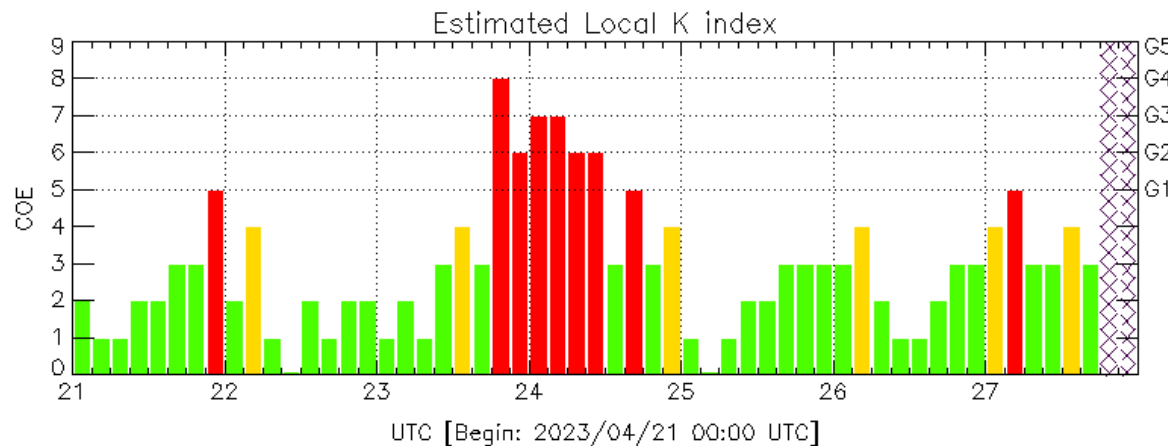
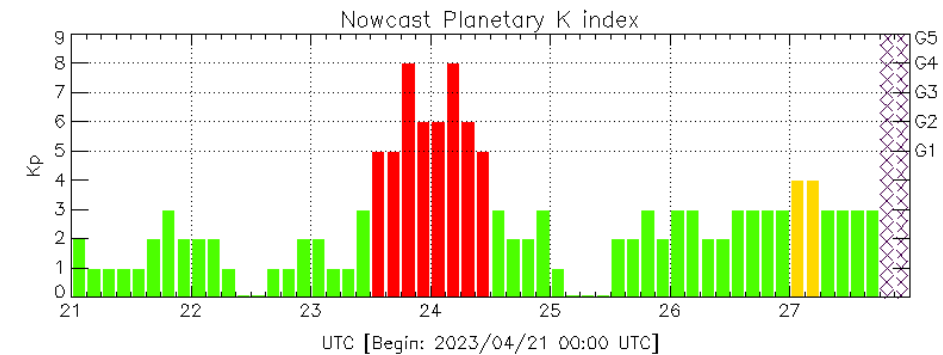
LANC

Servicio Clima Espacial

Se registró una tormenta geomagnética G4 (K=8) en los índices Kp y Kmex el 23 y 24 de abril. La tormenta geomagnética fue provocada por una eyección de masa coronal (EMC) con componente Bz sur intermitente que impactó el ambiente terrestre el 23 de abril.

NOTA: El cálculo del índice Kmex se realiza por la estación geomagnética de Coeneo, Mich. Los datos son experimentales y no se deben de tomar como definitivos.

Datos: www.gfz-potsdam.de/en/kp-index/



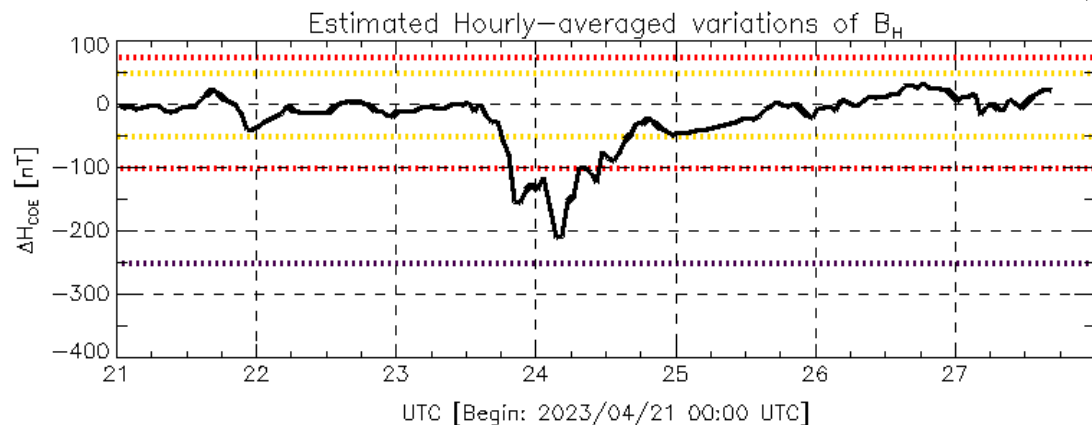
El índice K indica la intensidad de las variaciones del campo magnético terrestre en intervalos de 3 horas.

El índice Kp lo expresa a escala planetaria, mientras que el Kmex lo hace para el territorio mexicano.

Perturbaciones geomagnéticas: Índice Dst y ΔH

Se registró actividad geomagnética intensa en los índices ΔH y Dst los días 23 y 24 de marzo. La actividad geomagnética fue provocada por una EMC con componente Bz sur intermitente que impactó el ambiente terrestre desde el 23 de abril.

NOTA: El cálculo del índice ΔH se realiza por la estación geomagnética de Coeneo, Mich. Los datos son experimentales y no se deben de tomar como definitivos.

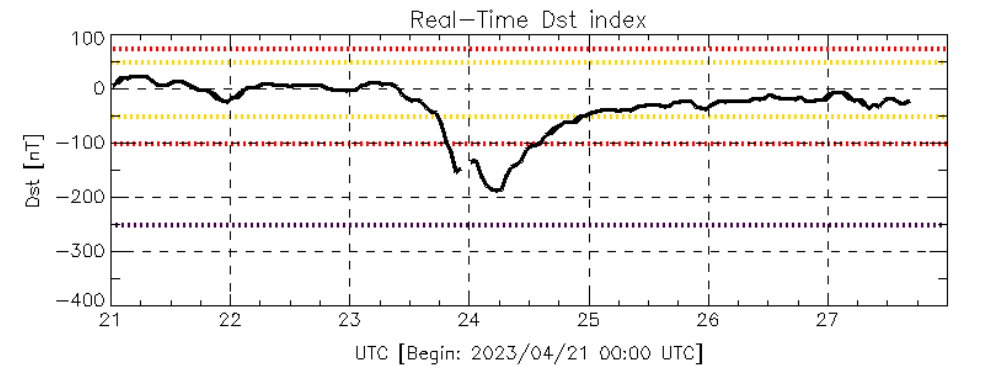


Color Code: weak, moderate, intense, extreme, — data not available.

COE: Coeneo Geomagnetic Station (LAT 19.81, LON -101.69)
LANC/SCIESMEX – Morelia, Mich., MX

Updated: 2023/04/27-16:59 UTC

Datos: wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/



Color Code: weak, moderate, intense, extreme, — data not available.

Dst: by World Data Center for Geomagnetism, Kyoto
http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/

Updated: 2023/04/27-16:59 UTC

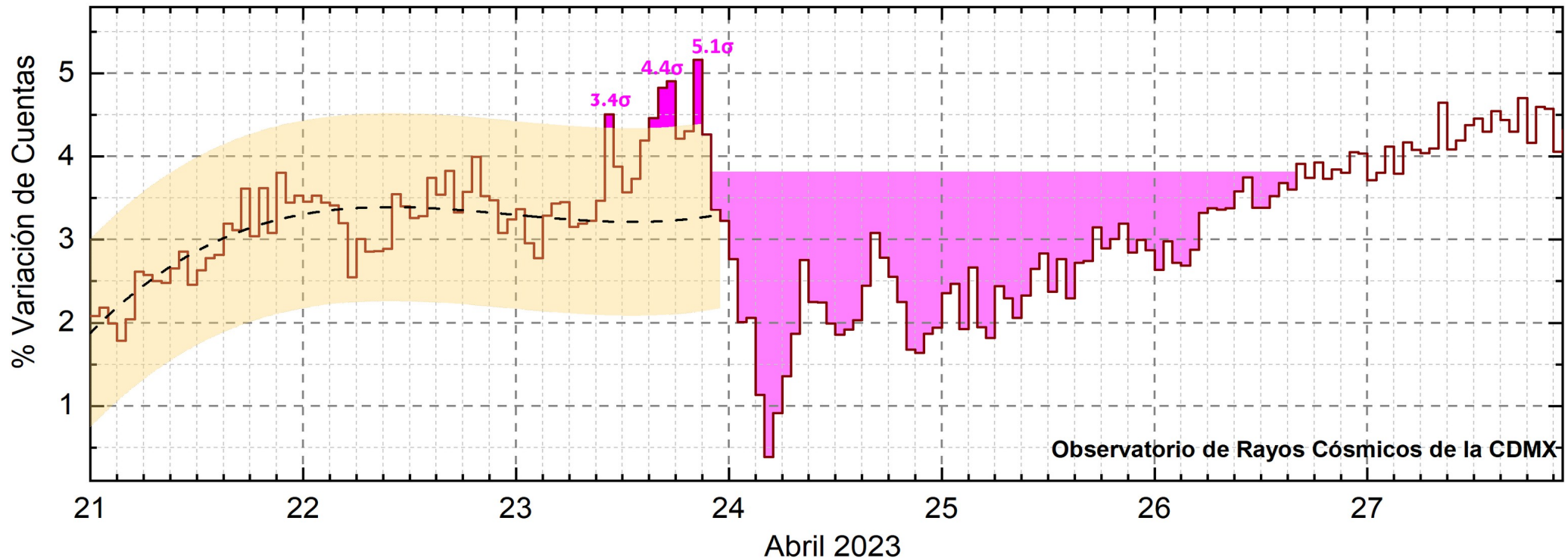
Los índices Dst y ΔH miden las variaciones temporales de la componente horizontal del campo geomagnético, el primero a escala planetaria y el segundo para México.

Estas variaciones, en general, se deben al ingreso de partículas cargadas, provenientes del espacio exterior, al ambiente espacial terrestre.

Rayos Cósmicos:

LANCÉ

Servicio Clima Espacial



<http://www.cosmicrays.unam.mx/>

Datos registrados por el Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México. La curva discontinua negra representa el promedio de los datos registrados, el área coloreada en amarillo representa la significancia de los datos ($\pm 3\sigma$). Del 21 al 27 de abril de 2023, se registró un evento híbrido, debido al impacto de la EMC en el ambiente terrestre. El 23 se detectaron tres incrementos (3.4σ , 4.4σ y 5.1σ -color magenta-) en el flujo de rayos cósmicos que alcanzaron la CDMX. Además, el 23 a las 22 hrs se detectó un decrecimiento Forbush, que terminó el 26 a las 16 hrs TU. La caída en el flujo de rayos cósmicos alcanzó el 2.9 %.

Rayos Cósmicos:



Servicio Clima Espacial

Estos incrementos en el flujo de rayos cósmicos son atribuidos a la aceleración de partículas por la onda de choque de la EMC que impactó el ambiente terrestre el 23 de abril.

Un decrecimiento Forbush es una intensa caída en las cuentas de rayos cósmicos galácticos registrados por los observatorios en Tierra. Este fenómeno se produce porque los rayos cósmicos son desviados por las líneas de campo magnético asociadas a la tormenta solar.

Como los rayos cósmicos son, en su inmensa mayoría, partículas cargadas, siguen y giran alrededor de estas líneas de campo magnético en función a su energía y son desviados de su trayectoria original. De este modo, los menos energéticos no llegan a la Tierra, provocando una rápida caída en el flujo detectado por los observatorios y con una recuperación gradual en función a los parámetros físicos de la tormenta solar.

UNAM/LANCE/SCiESMEX

Dr. J. Américo González Esparza
Dr. Pedro Corona Romero
Dra. Maria Sergeeva
Dr. Julio C. Mejía Ambriz
Dr. Luis Xavier González Méndez
Dr. José Juan González Avilés
Ing. Ernesto Andrade Mascote
M.C. Pablo Villanueva Hernández
Dr. Ernesto Aguilar-Rodríguez
Dra. Verónica Ontiveros
Dra. Tania Oyuki Chang Martínez
Dr. Víctor José Gatica Acevedo
Dra. Angela Melgarejo Morales
Isaac David Orrala Legorreta

UNAM ENES-Morelia

Dr. Mario Rodríguez Martínez
M.C. Raúl Gutiérrez Zalapa
Ing. Ariana Varela Mendez
Mateo Peralta Mondragón
Jaquelin Mejía Orozco
Grace Diane Jiménez González

UNAM/PCT

Dra. Elsa Sánchez García
M.C. Carlos Arturo Pérez Alanís
M.C. Isaac Castellanos Velasco

UANL/LANCE

Dr. Eduardo Pérez Tijerina
Dra. Esmeralda Romero Hernández

UNAM/IGF/RAYOS CÓSMICOS

Dr. José Francisco Valdés Galicia
Fis. Alejandro Hurtado Pizano
Ing. Octavio Musalem Clemente

SERVICIO MAGNÉTICO

M.C. Esteban Hernández Quintero
M.C. Gerardo Cifuentes Nava
Dra. Ana Caccavari Garza

GPCEET/SAET-IPN

Ing. Julio César Villagrán Orihuela
Miguel Daniel González Arias
Carlos Escamilla León
Pablo Romero Minchaca
Alfonso Iván Verduzco Torres
Claudia López Martínez
Ana María Ramírez Reyes
Emiliano Campos Castañeda

Elaboración: Pedro Corona Romero

Revisión: Ernesto Aguilar Rodríguez

Agradecimientos

El Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE) es parcialmente financiado por: el programa Cátedras CONACYT Proyecto 1045 y el Fondo Sectorial AEM-CONACYT proyecto 2014-01-247722. Agradecemos al proyecto Conacyt – Repositorio Institucional de Clima Espacial 268273. Agradecemos al proyecto AEM-2018-01-A3-S-63804 del Fondo Sectorial CONACYT-AEM. Agradecemos a todos los responsables y colaboradores de instrumentos del LANCE y a las redes de estaciones GPS del Servicio Sismológico Nacional y TlalocNET por facilitar sus datos. Agradecemos a Gerardo Cifuentes, Esteban Hernández y Ana Caccavari por los datos del Observatorio Magnético de Teoloyucan. De igual forma, agradecemos los servicios de IGS (International GNSS Service) por permitirnos usar los datos IONEX disponibles en: <https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/products/ionex>. Los valores de TEC fueron obtenidos a partir de observaciones de las redes GPS del Servicio Sismológico Nacional (SSN), SSN-TLALOCNet y TLALOCNet del Servicio de Geodesia Satelital (SGS). Agradecemos al personal del SSN y del SGS por el mantenimiento de estaciones, la adquisición de datos y el soporte de IT de estas redes. Las operaciones de la red TLALOCNet y SSN-TLALOCNet GPS han sido apoyadas por The National Science Foundation bajo el proyecto EAR-1338091 a UNAVCO Inc., los proyectos CONACyT 253760 y 256012 y los proyectos UNAM-PAPIIT IN109315-3 y IN104818-3 de E. Cabral-Cano y el proyecto UNAM-PAPIIT IN111509 de R. Pérez. De igual forma, agradecemos a los proyectos de infraestructura del CONACyT: 253691 y del PAPIIT-DGAPA: IA107116 para el fortalecimiento de equipos como la estación fija de GPS, que forman parte del LACIGE-UNAM, de la ENES unidad Morelia a cargo de M. Rodríguez-Martínez, El cálculo de TEC se realiza: 1) utilizando el software US-TEC que es un producto de operación del Space Weather Prediction Center (SWPC), desarrollado a través de una colaboración entre National Geodetic Survey, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y el Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences of the University of Boulder, Colorado, 2) con base en el software TayAbsTEC del Instituto de Física Solar-Terrestre, sección Siberiana de la Academia de Ciencias Rusa. Parte del procesamiento de datos se lleva a cabo dentro del centro de Supercómputo de Clima Espacial (CESCOM) del LANCE. Así mismo agradecemos al Space Weather Forecasting Center for Astrophysics & Space Research de la University of California in San Diego y al Korean Space Weather Center por los datos de pronóstico para los modelos WSA-ENLIL y los mapas tomográficos por IPS. Agradecemos a la red e-callisto por los datos proporcionados de espectros electromagnéticos dinámicos de la red internacional de registro de eventos de radio solares.

Créditos



Servicio Clima Espacial

Datos

Imágenes de coronógrafo, flujo de rayos X y modelo WSA-ENLIL:

<http://www.swpc.noaa.gov/products>

<http://iswa.ccmc.gsfc.nasa.gov/IswaSystemWebApp/>

Imágenes de coronógrafo:

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/>

Imágenes del disco solar y de la fulguración:

<http://www.solarmonitor.org/>

Detección y caracterización de EMCs:

<http://www.sidc.oma.be/cactus/out/latestCMEs.html>

<http://spaceweather.gmu.edu/seeds/>

ISES:

<http://www.spaceweather.org/>

International Network of Solar Radio Spectrometers (e-callisto):

<http://www.e-callisto.org/>

German Research Center For Geosciences Potsdam:

<http://www.gfz-potsdam.de/en/sektion/erdmagnetfeld/daten-dienst/kp-index/>

Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University:

<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/index.html>

UNAVCO:

<http://www.unavco.org>

SSN:

<http://www.sismologico.unam.mx/>

SOHO Spacecraft NASA:

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/>

SDO Spacecraft NASA:

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

Space Weather Prediction Center NOAA:

<http://www.swpc.noaa.gov>

GOES Spacecraft NOAA:

<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/satellite/goes/index.html>

ACE Spacecraft NOAA

<http://www.srl.caltech.edu/ACE/ASC/index.html>